Münster.1932.№ 61

Med Diss

Aus der Universitäts-Zahnklinik zu Münster (Westf.)
(Direktor: Professor Dr. Müller)

Resorptionserscheinungen an den Wurzeln bleibender Zähne nach orthodontischen Maßnahmen.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde der hohen medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W.

vorgelegt von

Martha Storkebaum,
Zahnärztin, aus Lengerich i. W.

1932

Druck: Heinrich Buschmann, Münster i.W., Drubbel 17/18

Dekan: Professor Dr. Herzog
Referent: Professor Dr. Müller

„Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster (Westf.)"

Dekan:
Prof. Dr. Herzog

1932

Berichterstatter:
Prof. Dr. Müller

Meiner lieben Mutter!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551903_0042

Die therapeutischen Aufgaben der Orthodontie umfassen zwei Gebiete:

1. Die Verschiebung eines oder mehrerer Zähne im Kiefer (Orthodontie).
2. Die Behandlung der falschen Kieferbeziehungen (Orthognatie).

Die erste Gruppe stellt das Hauptkontingent aller orthodontischen Aufgaben dar. Sie ist daher auch am meisten bei allen experimentellen, histologischen und röntgenologischen Studien berücksichtigt worden. Erst im letzten Jahrzehnt wurde man erneut auf die beunruhigende Tatsache aufmerksam, daß neben den Gewebsveränderungen in der Umgebung des Zahnes auch an der Zahnwurzel infolge orthodontischer Maßnahmen pathologische Veränderungen in Form von Wurzelresorptionen auftreten können.

Histologische Untersuchungen über die Gewerbeveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen.

Im Banne der alten Vorstellung von der orthodontischen Zahnbewegung war man geneigt, den Zahn als aktiven Faktor, den Alveolarknochen als Widerlager, gegen das der Zahn ankämpft, als passiven Faktor zu betrachten. Aus dem Grunde haben die auf dem Gebiete der Orthodontie veröffentlichten experimentell-histologischen Untersuchungen hauptsächlich über die Gewebsveränderungen am Alveolarknochen, dagegen relativ wenig von den Gewebsveränderungen an der Zahnwurzel berichtet.

Der erste Forscher, der tierexperimentell-histologische Untersuchungen anstellte über Gewebsveränderungen nach orthodontischen Maßnahmen, war der Schwede Sandstedt (23) (1904).

Dieser legte einem jungen Hunde um die 6 Schneidezähne des Oberkiefers einen Labialbogen. Durch Anziehen der Schrauben verkürzte er den Bogen. Infolgedessen wurden die Zähne des Oberkiefers zusammengedrängt und nach lingual bewegt. Versuchsdauer: drei Wochen.

Das Experiment wurde zweimal durchgeführt, die Zähne des ersten Versuches längs, die des zweiten Versuches quer geschnitten und beide Schnittrichtungen ergaben ein übereinstimmendes Resultat. Der Drehpunkt des Zahnes lag nach Sandstedts Anschauung in der Wurzelmitte oder ein wenig apikal.

Das Ergebnis dieser Versuche lautete folgendermaßen: (Schwarz) (23) Bei Anwendung schwacher Kräfte geschieht die orthodontische Zahnbewegung durch Knochenresorption an der Druckseite und Knochenapposition an der Zugseite, wobei die Zahnoberfläche intakt bleibt. Bei Anwendung starker Kräfte aber kommt es zur primären Schädigung (Zerquetschung) des periodontalen Weichgewebes zwischen Zahn und Alveole. Der nekrotische Periodontalbezirk ist nicht fähig, den Alveolarknochen zu resorbieren. Alsbald setzt von den Markräumen her eine Resorption des Knochens und des nekrotischen Gewebes ein. Nach Freilegung der Berührungsstelle, von Sandstedt als „unterminierende Resorption" bezeichnet, nimmt der Zahn „ruckartig" eine neue Stellung ein.

Sechs Jahre später, 1911, trat Oppenheim (16) mit seinen Befunden über die histologischen Gewebsveränderungen nach orthodontischen Maßnahmen an die Oeffentlichkeit. Oppenheim führte seine Versuche an den noch festen Milchzähnen eines Affen durch. Mit Labialbogen und Ligatur wurde je ein Schneidezahn nach labial, ein anderer nach lingual bewegt.

Versuchsdauer: 40 Tage.

Der Drehpunkt lag nach Oppenheims Auffassung an der Wurzelspitze. Die Auswertung der histologischen Bilder Oppenheims führte zunächst zu wesentlich anderen Resultaten als bei Sandstedt. Nach Oppenheim blättert sich bei schwachen Kräften die Kompakta des Alveolarknochens unter Einwirkung des Druckes und Zuges in einen spongiösen Uebergangsknochen auf, dessen Elemente senkrecht zur Wurzeloberfläche eingestellt sind. Versuchsobjekt und Anordnung der Oppenheimschen Experimente ergaben Mischbilder, die nach dem damaligen Wissen über die Gewebsveränderungen und ihre Beziehung zu den Apparaten mißverstanden werden mußten. Neuerdings hat Schwarz (23) auf Grund seiner histologischen Erfahrungen versucht, die Ergebnisse Oppenheims mit denen Sandstedts in Einklang zu bringen und stellte fest, daß tatsächlich kein Widerspruch besteht. Bei der Veröffentlichung seiner Ergebnisse, 1911, ließ Oppenheim die Veränderung an der Zahnoberfläche ganz außer Acht. Bei einer späteren Nachprüfung seiner Präparate konnte er jedoch verschiedentlich am Zementmantel des Zahnes lakunäre Resorption feststellen.

In ähnlicher Weise wie Oppenheim führten die Amerikaner Johnson-Appleton und Rittershofer (17) experimentell-histologische Versuche durch. Ihre Ergebnisse brachten keinen wesentlichen Fortschritt.

Nach Sandstedt und Oppenheim findet die orthodontische Bewegung des Zahnes statt durch Resorption an der Druckseite und Apposition an der Zugseite (Transposition). Demgegenüber betont Walkhoff (27), der eifrigste Verfechter der Kingsleyschen Elastizitätstheorie, daß die eigentliche Zahnbewegung ermöglicht sei durch Elastizität und Plastizität, nicht durch Resorption und Apposition des Knochens. Resorption und Apposition komme erst im Retentionsstadium zur vollsten Aus-

wirkung. Er selbst formuliert seine Auffassung folgendermaßen: „Das Richten der Zähne besteht in einer Verschiebung der gröberen histologischen Elemente des Knochengewebes über ihre — natürlich normale — Elastizitätsgrenze; das nachherige Festwerden derselben in einem Ordnen der verschobenen Elemente zu einem stabilen Gleichgewichtszustande."

Im Sinne Walkhoffs lauten die Resultate Heinrichs (4) aus dem Jahre 1923. Resorption und Apposition spiele nur eine vermittelnde Rolle bei der transformatorischen Umlagerung des Knochens, der sich den neuen funktionellen Anforderungen anpasse.

Neuerdings (1931) veröffentlichten Gottlieb und Orban (3) ihre umfangreichen Untersuchungen, die sie zum größten Teil an Affen- und Hundezähnen durch Aufsetzen von Aufbißkappen durchführten, u. a. auch „zum Zwecke des Studiums der Gewebsreaktionen bei Belastung des Zahnes und des verschiedenen Verhaltens der Hartsubstanzen bei orthodontischen Maßnahmen".

Danach wird jede orthodontische Maßnahme als zeitliche Ueberlastung des Zahnes angesehen. Von beiden Autoren werden zum ersten Male die Gewebsreaktionen an der Wurzel des Zahnes nach orthodontischen Maßnahmen im histologischen Bild weitgehend berücksichtigt. Versuchsdauer: Hundeversuche: 12 Stunden bis 13 Monate; Affenversuche: 4 bis 72 Tage. Gottlieb und Orban konnten die Befunde Sandstedts bestätigen, nach denen Resorption an der Druckseite und Apposition an der Zugseite stattfinden. Beim Uebergreifen der Resorption auf die Oberfläche der Zahnwurzeln setzt jedoch bei gleichem physikalischen Druck im gleichen Bezirk die Zahnresorption im Vergleich zur Knochenresorption viel später ein und nimmt einen viel geringeren Umfang an. Beim Zusammentreffen von Zahnsubstanz besteht Symmetrie in der Resorption. Bei Gegenüberstellung von jüngerem und älterem Zahngewebe setzt das jüngere der Resorption größeren Widerstand entgegen als das ältere.

Röntgenologische Untersuchungen über die Gewebsveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen.

Seit Anwendung der Röntgenstrahlen auf dem Gebiete der Zahnheilkunde war man bemüht, mit Hilfe dieses wichtigen diagnostischen Hilfsmittels die für die orthodontische Therapie so außerordentlich wichtige Tatsache der Wurzelspitzenresorption näher zu erforschen.

Als erster wies der Amerikaner Ottolengui (19) auf das Vorkommen von Wurzelspitzenresorptionen nach orthodontischen Maßnahmen an Hand von Röntgenbildern hin. Dieser machte im Jahre 1913 in einer Mitteilung „über psysiologische und pathologische Resorption von Zahnwurzeln" darauf aufmerksam, daß sich beim Ueberschreiten einer gewissen Kraftintensität die überdosierte oder falsch angesetzte Kraft

vom Nützlichen zum Schädlichen wenden und sich auf das Gewebe traumatisch auswirken könne.

Die Feststellung Ottolenguis wurde bald vergessen, um dann erst im Jahre 1927 durch den amerikanischen Orthodonten und Röntgenologen Ketcham (9) als neues Problem dargestellt zu werden, zu dessen Lösung er die Mitarbeit der Orthodonten der ganzen Welt erbittet.

In seinen Berichten über „Wurzelspitzenresorptionen an lebenden bleibenden Zähnen" unterscheidet Ketcham grundsätzlich zwischen anatomischen Variationen, Resorptionen, die durch verlagerte Zähne hervorgerufen und solchen nach orthodontischen Maßnahmen. Betreffs der letzten Gruppe weist Ketcham mit Hilfe von Röntgenbildern nach, daß von 385 orthodontisch behandelten Patienten bei 82 Patienten oder in 21 % Resorptionen aufgetreten waren. 1929 berichtet Ketcham (10) über 115 weitere Fälle; er untersuchte also insgesamt 500 orthodontisch behandelte Fälle und fand bei 98 Patienten oder in 19 % Wurzelspitzenresorptionen vor. Von diesen 98 Patienten wiesen 65 Resorptionen im Oberkiefer, 2 Resorptionen im Unterkiefer und 31 in beiden Kiefern zugleich auf. Ketcham folgert daraus, daß die Zähne des Oberkiefers, besonders die mittleren Schneidezähne, für Wurzelspitzenresorption besonders prädisponiert sein müssen. Ferner stellt Ketcham fest, daß je nach der Art der Apparatur auch die Zahl der Resorptionen variiert. Folgende Tabellen veranschaulichen die Ergebnisse der röntgenologischen Untersuchungen:

Tabelle I.

Art der Appar.	Zahl der Patient.	Zahl der Patient. mit Res.			Gesamt-Summe
		Ober- u. Unterk.	Oberk.	Unterk.	
Stift-Röhrchen Appar.	14	3	0	1	4
Band-Bogen	50	12	11	1	24
Labial-Bogen	70	1	10	0	11
Lingual-Bogen	85	1	1	0	2
Gesamt-Summe	219	17	22	2	41

(Ketcham)

Nach Tabelle I wurden 219 Patienten im Ober- und Unterkiefer mit identischen Apparaten behandelt, davon wiesen 41 Resorptionen auf und zwar 17 sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer, 22 im Oberkiefer allein und 2 im Unterkiefer allein. Die Resorptionen waren in Beziehung zu den Apparaten folgendermaßen verteilt:

Mit dem Stift-Röhrchenapparat wurden 14 Patienten behandelt. Drei davon hatten Resorptionen im Ober- und Unterkiefer und einer im Unterkiefer allein, also befanden sich unter 14 Fällen 4 Resorptionen.

Der Band-Bogen gelangte bei 50 Patienten zur Anwendung. 24 davon wiesen Resorptionen auf, 12 im Ober- und Unterkiefer, 11 im Oberkiefer allein und 1 im Unterkiefer allein.

Der Labialbogen wurde zur orthodontischen Behandlung in 70 Fällen benutzt und führte in 11 Fällen zu Resorptionen. Diese befanden sich bei 10 Patienten im Oberkiefer allein und bei einem im Ober- und Unterkiefer.

Der Lingualbogen wurde bei 85 Patienten angewandt. Dabei traten nur zweimal Resorptionen auf. Im Ober- und Unterkiefer zugleich fand einmal Resorption statt und im Oberkiefer allein auch einmal.

Tabelle II (Ketcham).

Oberkiefer				Unterkiefer						
Zahl der handelt. Patient.	Apparate		Zahl der Pat. mit Res. im Oberk.	Art der Apparate					Zahl der Pat. mit Res. im Unterk.	Zahl der handelt. Patient.
	Art	Zahl		Stift-Röhrch. Apparat	Band-Bogen	Labial-Bogen	Lingual-Bogen	ohne Appar.		
36	Stift-Röhrch Appar	36	13	0 0	2 3	1 12	1 19	0 2	4	36
72	Band-Bogen	72	27	0 0	0 0	3 13	3 59	0 0	6	72
157	Labial-Bogen	157	17	0 2	1 7	0 0	3 131	0 17	4	157
16	Lingual-Bogen	16	0	0 1	0 3	0 9	0 0	0 3	0	16
281	Gesamt-Summe	281	57	0 3	5 13	4 34	7 209	0 22	14	281

Mit verschiedenen Apparaten im Ober- und Unterkiefer wurden 281 Patienten orthodontisch behandelt, unter denen 57 Resorptionsfälle vorhanden waren.

Der Stift-Röhrchenapparat wurde zur Behandlung der Stellungsanomalien im Oberkiefer in 36 Fällen angewandt, während der Unterkiefer von einem anderen Apparat reguliert wurde. Bei 13 Patienten waren Wurzelspitzenresorptionen der Zähne des Oberkiefers zu verzeichnen, davon bei 4 auch an den Zähnen des Unterkiefers, zweimal bei Anwendung des Bandbogens, einmal beim Labialbogen und einmal beim Lingualbogen.

Der Bandbogen wurde bei 72 Patienten angelegt, während die Zähne des Unterkiefers auch hier einen anderen Apparat trugen. 27 Patienten hatten Resorptionen an den Zähnen des Oberkiefers, davon 6 an einigen Zähnen des Unterkiefers. Von diesen 6 Resorptionsfällen waren drei bei Anwendung des Labialbogens und drei bei Anwendung des Lingualbogens eingetreten.

Der Labialbogen diente in 157 Fällen zur orthodontischen Behandlung des Oberkiefers. Die Zähne des Unterkiefers wurden mit anderen Apparaten gerichtet. 17 Patienten hatten Resorptionen an einigen Zähnen im Oberkiefer. Von diesen 17 wiesen 3 auch Resorptionen im Unterkiefer auf bei Anwendung des Lingualbogens. Einer von den 4, die Resorptionen im Unterkiefer hatten und der mit dem Bandbogen behandelt war, hatte keine Resorptionen im Oberkiefer.

Der Lingualbogen gelangte bei 16 Patienten im Oberkiefer zur Anwendung, während die Unterkiefer von einem anderen Apparat orthodontisch behandelt wurde. Es fand in keinem Falle Resorption statt. Kürzer gefaßt lauten die Resultate Ketchams folgendermaßen:

Tabelle III.

Art der Appar.	Zahl der Patient.	Zahl der Res.	
		absol.	proz.
Stift-Röhrch Appar.	67	20	29,8%
Band-Bogen	185	66	35,8%
Labial Bogen	331	33	10%
Lingual-Bogen	395	10	2,5%

Bei Anwendung des Stift-Röhrchenapparates waren in 29,8 % Resorptionen aufgetreten; beim Bandbogen in 35,8 %, beim Labialbogen in 10 % und beim Lingualbogen in 2,5 %.

Nach der Statistik Ketchams erfolgten die meisten Resorptionen bei Anwendung des Bandbogens, dann folgen Stift-Röhrchenapparat und Labialbogen (Angle). Der Lingualbogen (Mershon) zeitigte die wenigsten Resorptionen.

In Deutschland führte Münch (15) 1927 einen Fall von Wurzelspitzenresorption nach orthodontischen Maßnahmen als kasuistischen Beitrag an. Aus der Anamnese glaubt Münch eine brauchbare Aetiologie gefunden zu haben. Er nimmt an, daß die Veränderungen im Wurzelgebiet der beiden oberen mittleren Schneidezähne einer 22jährigen Patientin zweifellos auf eine im neunten Lebensjahre stattgefundene orthodontische Behandlung zurückzuführen seien, die ein Sistieren der weiteren Wurzelbildung zur Folge gehabt habe. Nach Münch's Ausführungen wäre demnach der frühzeitige Beginn der orthodontischen Behandlung als gewagt zu bezeichnen.

Korkhaus (12) widerlegt die Anschauung Münch's. Zwar gibt er zu, daß das Entwicklungsstadium des Zahnes das Zustandekommen von Resorptionen begünstigen kann; keinesfalls ist es aber Bedingung. An verschiedenen Fällen Ketchams weist er nach, daß die Resorption an Zahnwurzeln erst nach vollendeter Zahnentwicklung eintrat, eine Tatsache, die auf zu stark oder zu schnell wirkende Kräfte schließen läßt. Korkhaus sieht das Schuldmoment nicht in der orthodontischen Frühbehandlung, die zu verwerfen wäre, falls die Ansicht Münch's zu Recht bestände, sondern in der Anwendung unbiologisch wirkender Kräfte.

1929 berichtet Oppenheim (17) eingehend über 13 schwierige orthodontisch behandelte Fälle an Hand von Modellen und Röntgenbildern. Nur in 2 Fällen waren Resorptionen aufgetreten, und zwar nach Behandlung mit körperlich wirkenden Apparaten. Wenn Oppenheim auch als Schüler Angles den Labialbogen verteidigt, so tritt er doch wie Korkhaus für die Anwendung biologisch angemessener Kräfte ein. Im übrigen widerlegt er die Annahme Ketchams, daß die oberen Schneidezähne für Resorptionen besonders prädisponiert seien mit der Feststellung, daß alle Zähne auf die gleiche Schädigung in gleicher Weise reagieren. Das häufige Auftreten von Resorptionen an den Schneidezahnwurzeln erklärt er aus der Tatsache, daß die Behandlung der Stellungsanomalien der oberen Schneidezähne sowohl aus kosmetischen als auch aus funktionellen Rücksichten relativ oft durchgeführt wird und daß die auszuführenden Bewegungen in den meisten Fällen die räumlich ausgedehntesten sind.

Das makroskopische Bild.

Bei der Resorption an den Wurzeln bleibender Zähne handelt es sich um einen mehr oder minder langsam fortschreitenden Einschmelzungsprozeß, am Apex oder seitlich beginnend. Während des Verlaufs treten selten klinische Symptome außer der Lockerung des Zahnes im Endstadium in Erscheinung. An

extrahierten Zähnen sind oft Resorptionen geringen Umfanges am Zementmantel festzustellen, die als rein funktionelle Auswirkungen mehr den physiologischen Erscheinungen zugerechnet werden. Nach Siegmund-Weber (25) lassen sich 3 als pathologisch zu wertende Formen von Resorptionen unterscheiden:

1. Die umschriebene lakunäre Resorption.
2. Die minierende Form durch Resorptionsgänge.
3. Die langsam vom Apex dentis nach koronal fortschreitende Resorption, die aufsteigend immer mehr Zahnsubstanz abbaut.

Hinsichtlich der letzten Gruppe konstatiert Euler (2) drei verschiedene Zustandsbilder:

1. Die Resorption vom Apex mit Bildung einer konvexen Resorptionsfläche.
2. Die Querschnittsresorption, d. h. Abtragung der Wurzelspitze mit Bildung einer glatten Resorptionsfläche.
3. Die Bildung einer unregelmäßig konturierten zackigen Resorptionsfläche.

Scharf zu trennen sind diese verschiedenen Formen jedoch nicht, da die eine in die andere übergeht.

Die feineren Gewebsveränderungen am Zahn bei orthodontischen Maßnahmen lassen sich nur im histologischen Bild beobachten.

Abbildungen: Resorption der Wurzel eines replantierten o. m. r. Nach 5 Jahren ausgefallen.

Resorption verschiedenen Grades an extrahierten Zähnen.

Das mikroskopische Bild.

Vorbemerkung.

Die orthodontische Bewegung eines Zahnes innerhalb des Alveolarfortsatzes ist möglich:

1. Durch Kippung.
2. Durch Parallelverschiebung.

Die Kippung kann sowohl bei starker als auch bei schwacher Kräfteapplikation eintreten, eben dann, wenn die Kraft an einem Punkte der Zahnkrone ansetzt. Bei schwacher Kraftanwendung kippt der Zahn um eine Achse, die nach Schwarz (23) in der Gegend vom mittleren zum apikalen Drittel der klinischen Wurzel liegt. Kommt es infolge stärkeren Druckes zur Berührung von Zahn und Alveolarwand, so dient diese als Hypomochlion. Die Wurzelspitze bewegt sich dementsprechend zur anderen Seite; es kommt auch hier zur Berührung von Zahn und Knochen. Würde der Zahn sich ungehindert weiterbewegen, so läge der Drehpunkt in der Wurzelmitte. Dieser Vorgang, bei dem es sowohl apikal als auch koronal an demselben Zahn zur Berührung von Zahn und Alveole kommt, wird als „diagonale Verklemmung" bezeichnet. Sie tritt bei Anwendung starker Kräfte auf, begünstigt durch einen mangelhaften Faserapparat. Demnach kommt es besonders leicht zur diagonalen Verklemmung:

1. Bei Zähnen mit noch nicht voll entwickelter Wurzel.
2. Bei nervtoten Zähnen mit umfangreichen Granulomen.
3. Bei Zähnen, deren Spitzen in einen physiologischerweise präformierten Raum hineinragen (Schwarz).

Sehr schwache Kräfte, an einem Punkte angreifend, verursachen zwar auch eine Kippbewegung, jedoch ist die Kippung so gering, daß die natürlichen Kaukräfte immer wieder aufrichtend auf den Zahn einwirken, sodaß im Ganzen eine Parallelverschiebung resultiert. Diese Art der Zahnbewegung wird von der modernen Orthodontie bevorzugt, da sie der physiologischen (Zahndurchbruch, Wandern von Zähnen in Extraktionslücken hinein) am ähnlichsten ist, und daher am wenigsten zur Zahnresorption führt. Die eigentliche Parallelverschiebung, das heißt, die Bewegung parallel zur Zahnachse, auch körperliche Bewegung, oder „bodily movement" genannt, erfolgt bei flächenhaftem Angriff der Kraft oder an mehreren Punkten der Zahnkrone.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen ist anzunehmen, daß die körperliche Bewegung Wurzelspitzenresorptionen am meisten zur Folge hat. Bei der körperlichen Bewegung treten an einer Seite des Zahnes Druckwirkungen, an der gegenüberliegenden Zugwirkungen auf, während bei der Kippung Druck und Zug beiderseits zur Auswirkung kommen.

Veränderungen am Alveolarknochen.

Den histologischen Veränderungen an der Wurzel des Zahnes gehen die Veränderungen in der Wurzelhaut und am Knochen parallel; oder vielmehr sind die Gewebsveränderungen der Wurzelhaut das Primäre, die des Knochens und des Zahnes das Sekundäre. Zahn, Wurzelhaut und Alveolarknochen bilden eine Einheit, das „organum dentale" Weski's. Es gibt keinen funktionstüchtigen Zahn ohne intakten Alveolarknochen, der Alveolarknochen schwindet nach Entfernung des Zahnes. Jede Belastung des Zahnes durch orthodontische Maßnahmen muß sich entsprechend auf Wurzelhaut und Knochen auswirken. Bei der Zahnbelastung kommt es zur Erweiterung des Periodontalraumes an der Zugseite und zur Verengerung an der Druckseite. Maßgebend für die alsbald einsetzenden Gewebsreaktionen ist die Intensität der Belastung des Periodontiums.

An der Seite des Zuges werden die Faserbündel des Aufhängeapparates gespannt, rein mechanisch werden von den straffen Zügen die Bindegewebszellen zwischen diese Faserbündel gedrängt. Schon nach 36 bis 48 Stunden (Gottlieb und Orban) (3) sind Osteoblasten um die Faserbündel angeordnet und die Knochenbildung beginnt.

Es entstehen an der Außenfläche der Alveole Knochenvorsprünge, welche die Gefäßnervenlücken frei lassen. Bald treten in der Umgebung der Gefäß-Nervenspalten Osteoblasten auf, die parallel zur Knochenoberfläche angeordnet sind und

die durch Hartsubstanzbildung die Knochenvorsprünge verbinden. Auf diese Weise entstehen die Markräume, die Gefässe und Nerven beherbergen.

Gleichzeitig erfolgt auch Knochenbildung in den Gefäßnervenlücken, sodaß eine Verschiebung der Knochengrenze zum Zahn hin eintritt. Später wird der zunächst gebildete Bindegewebsknochen durch lamellösen Knochen ersetzt. Die Zahnwurzeloberfläche bleibt an der Zugseite im allgemeinen normal oder es erfolgt geringe Steigerung der physiologischen Zement-Apposition.

Bei geringem Druck des aus seinem Gleichgewicht gebrachten Zahnes auf das Periodontium gibt dieses zunächst nach. Hält der Druck an, so wird das Periodontium vermittels dieses Reizes zur Bildung osteoklastischer Zellen befähigt, die Resorptionen am Knochen auslösen. Die Zahnoberfläche bleibt dabei intakt.

Der Zahn nimmt allmählich eine neue Stellung ein. Resorption an der Druckseite und Apposition an der Zugseite halten mit der Zahnbewegung gleichmäßig Schritt.

Bei plötzlich einsetzendem starken Druck kommt es zur Zerquetschung des periodontalen Weichgewebes. Jedoch hat die Natur Schutzmaßnahmen getroffen, daß die Belastung des Zahnes sich nicht an einem Punkte auswirkt, sondern daß eine Druckverteilung stattfindet. Sie ist ermöglicht durch den anatomischen Bau von Zahn (Kolbenform) und Alveole (Sanduhrform, bedingt durch die verschiedenen Periodontalbreiten in den einzelnen Niveaus).

Kommt es dennoch zu Gewebszerquetschungen, so wird dasselbe nekrotisch und kann keine Resorption am Knochen ausüben. Bei anhaltendem, intensivem Druck erfolgt sehr schnell die Berührung von Zahn und Alveole. Im weiteren Verlauf kann es zur Verbiegung des Knochens in der Belastungsrichtung kommen, namentlich bei jugendlichen Patienten, bei denen der bindegewebige Charakter des Alveolarknochens noch stark ausgeprägt ist. Gleichzeitig setzt aber von den peripher-liegenden Markräumen und der äußeren Fläche der Alveole eine lebhafte Knochenresorption ein, sodaß die Berührungsstelle vom Knochen her freigelegt wird (Unterminierende Resorption).

In dem Augenblick, da die Resorption des demarkierten Knochensockels beendet ist, nimmt der Zahn ruckartig eine neue Stellung ein. Dieser Vorgang erhärtet, wieso auch bei Anwendung starker Kräfte orthodontische Resultate erzielt werden. Jedoch zeitigt die Anwendung starker Kräfte in erhöhtem Maße die Gefahr der Zahnwurzelresorption, da bei der schnellen Bewegung das den Zahn umgebende Gewebe nicht in der Lage ist, sich entsprechend rasch umzubauen und der Knochen rein mechanisch dem Zahn heftigen Widerstand leistet.

Resorption am Zahn.

Im allgemeinen pflegt man die Zementsubstanz morphologisch und auch biologisch als eine modifizierte Knochensub-

stanz zu betrachten; sie unterscheidet sich von letzterer durch das Fehlen des Kanalsystems und der einseitigen Orientierung der Fortsätze der Zementkörperchen. Jedoch haben spezielle Histologie und klinische Erfahrungen erwiesen, daß Zahn und Knochen sowohl biologisch als auch morphologisch Unterschiede aufweisen, daß gleiche Ursachen nicht die gleichen Wirkungen hervorrufen. Experimentelle histologische Untersuchungen von Gottlieb und Orban (3) haben gezeigt, daß die Zahnresorption verhältnismäßig viel später einsetzt und bei weitem nicht denselben Grad erreicht, wie die Resorption des Knochens, eine Tatsache, die ihre Erklärung findet aus der Struktur des Gewebes. Bei der Resorption des Knochens nimmt der Prozeß nicht nur von der Alveolen-Innenwand seinen Ausgang, sondern gleichzeitig auch von den Markräumen aus. Es kann in der gleichen Zeit mehr Substanz resorbiert werden als am Zahn, bei dem die Resorption nur von einer glatten Fläche her erfolgen kann.

Physiologischerweise findet am Knochen während des ganzen Lebens entsprechend der Belastungsverhältnisse ein Umbau statt, also Resorption und Apposition in wechselnder Folge. Die Grenzen zwischen altem und neuem Knochen verschwinden schnell. Am Zahn findet dagegen bis ins hohe Alter hinein physiologisch nur Zementapposition statt. Jegliche Störung dieser Zementapposition ist als pathologisch zu betrachten.

Wie für die Bildung des Alveolarknochens und des Zementes, so ist auch für die Resorption beider Gewebsarten der Ausgangspunkt das Periodontium. Es wird unter der Auswirkung bestimmter Reize hin befähigt, durch die Tätigkeit hartsubstanzlösender Zellen, der Osteoklasten bzw. Zementoklasten resorptive Vorgänge am Zahn zur Auslösung zu bringen.

Genau so, wie der Zerfall von Gewebe und Leukozyten die Mobilisation fixer Gewebselemente zur Folge haben, so wirkt die Auflösung von Gewebsbestandteilen auslösend auf die Entstehung der Osteoklasten. Die Osteoklasten sind Abkömmlinge der Gefäßwandzellen. Im histologischen Bild sind sie in der Nachbarschaft von Gefäßen festzustellen, mit denen sie oft noch durch Protoplasmafäden verbunden sind (Siegmund-Weber) (25). Nach Pommer wachsen sie aus kleinen eikernigen Zellen zu Riesenzellen heran. Ihre Gestalt wechselt, den Druck- und Spannungsverhältnissen des Gewebes entsprechend. Ihre wohl fermentative Tätigkeit, bedingt durch erhöhte Säureproduktion infolge gesteigerten Stoffwechsels, verursacht die Entstehung von Buchten den sogenannten Howshipschen Lakunen.

In der Umgebung der Lakunen macht sich die Störung zunächst an den Zementkörperchen als Stoffwechselstörung bemerkbar. Es kommt zur Fettspeicherung und zur Verfettung der Zementzelle. Die die Zellen umgebende Grundsubstanz wird aufgelöst; das Zahnwurzelzement verfällt der Nekrobiose.

Neben der resorptiven Tätigkeit haben die Osteoklasten auch phagocytäre Bedeutung. Bei der Einengung des Periodontalraumes tritt histologisch eine Kompression der Wurzel-

haut, eine Steigerung des Blutdruckes und damit eine qualitative und quantitative Aenderung der Gewebsflüssigkeit ein. Je nach der Intensität und Dauer des mechanischen Reizes beherrschen Gefäßhyperämie und Haemorrhagien (akut) oder Vermehrung des Bindegewebes und Zellinfiltration (chronisch) das Bild. Diese Reaktion des Gefäßbindegewebsapparates, die bei allen nur möglichen Resorptionen an der Zahnwurzel auftreten, werden zu den Entzündungen gerechnet und insofern können alle Resorptionen als „resorptive Entzündungen" bezeichnet werden. — Die Art der Milchzahnresorption gleicht der Resorption nach orthodontischen Maßnahmen insofern, als die Knochenapposition am fundus alveolaris mit dem Grade der Zahnresorption steigt und somit eine Verbreiterung des apikalen Periodontalraumes, wie wir sie bei infektiös entzündlichen Prozessen beobachten, nicht stattfindet. Der Verlauf der Resorption braucht in beiden Fällen nicht gleichmäßig fortzuschreiten. Resorption und Apposition können miteinander abwechseln.

Die Milchzahnresorption unterscheidet sich aber von der Resorption nach orthodontischen Maßnahmen insofern, als bei letzterer die Pulpa an dem Resorptionsprozeß nicht beteiligt ist, sondern im allgemeinen ihre normale Vitalität bis zum vollständigen Verlust des Zahnes behält.

Abbildungen: (Gottlieb und Orban). Verschiedenartige Reaktion des Alveolarknochens und des Zahnes auf mechanische Reize.

Aetiologie der Zahnwurzelresorption.

Beim Wachstum des Zahnes handelt es sich nicht um eine eigene Fortbewegung, sondern der Zahn bleibt an seiner ursprünglichen Stelle. Dagegen wächst die Alveole und trägt den Zahn allmählich dem Kieferrande zu. Dabei geschieht das Wachstum der Alveole schneller als das des Zahnes. Infolgedessen kommt es zum Durchbruch des Zahnes, bevor die Wurzelspitze vollständig ausgebildet ist. Es besteht daher ein freier Raum zwischen Wurzelöffnung und dem Boden des Zahnsäckchens, der sogenannte „präformierte Raum". (Landsberger) (13).

Nach Landsberger (Abb.) ist die Epithelscheide an der Wurzelöffnung umgebogen und zeigt ein dreieckiges Gebilde, das „Endorgan der Epithelscheide"; von hier geht die Entwicklung der Zahnwurzel aus. Aus dem Mesenchym lagern sich hier dentinbildende Zellen, die Odontoblasten ab. Zwischen diesem Endorgan und der inneren Schicht des Säckchens besteht ein enger Zusammenhang. Die Loslösung desselben wird auch bei vollständig entwickeltem Zahn und Alveole immer zu pathologischen Erscheinungen führen. Der Kontakt zwischen diesen beiden Organen bewirkt ein Hinüberleiten eines Impulses von einem zum andern. Wenn im Zahnsäckchen (Alveole) Knochen gebildet werden, so macht sich ein

trophischer Reiz auch im Endorgan der Epithelscheide bemerkbar und es erfolgt gleichzeitig die Bildung von Dentin. Wird die Knochenbildung innerhalb der Alveole durch starke, orthodontische Maßnahmen gesteigert, so kann es zur Lösung zwischen Endorgan der Epithelscheide und Zahnsäckchen kommen, sodaß sich der trophische Reiz auf das Endorgan der Epithelscheide nicht mehr auswirkt und die Dentinbildung zum Stillstand kommt. (1. Erklärung für das Zustandekommen von Resorptionen.) Es füllt sich dann allmählich der präformierte Raum mit Spongiosa, was eine weitere Resorption der Zahnwurzel zur Folge haben kann. (2. Erklärung für das Zustandekommen von Resorptionen.) Im ersten Fall handelt es sich also um keine eigentliche Resorption, sondern um sistiertes Wachstum der Zahnwurzel, im zweiten Fall tritt die resorbierende Wirkung der Spongiosa hinzu. Demnach ergibt sich als erstes Gebot für die orthodontische Maßnahme, den engen Zusammenhang zwischen Zahn und Alveole möglichst zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Aetiologie der Wurzelresorption nach orthodontischen Maßnahmen sind drei Faktoren zu berücksichtigen:

I. Die angewandte Apparatur.
II. Der behandelnde Arzt.
III. Der Patient.

ad I. Der Stift-Röhrchenapparat Angles (Abb), ursprünglich als Retentionsapparat gedacht, wurde später auch zur aktiven orthodontischen Behandlung verwandt. Der Apparat besteht aus Molarenringen mit angelöteten Kanülen zur Aufnahme des Bogens. Aus dem Bogen selbst mit senkrecht dazu angelöteten Stiften und einzelnen Ringen mit Kanülen. Bei der Aktivierung des Apparates greift die Kraft flächenhaft an und bewirkt eine Parallelverschiebung des Zahnes (bodily movement).

Der Lingualapparat nach Mershon (Abb.) besteht aus Molarenringen mit Schlössern zur Fixierung des Bogens. An den Bogen sind gespannte Fingerfederchen von geringen Dimensionen angelötet, die durch ihre Spannung die ihren freien Enden anliegenden Zähne bewegen.

Die Konstruktion dieser beiden Apparate demonstriert in einleuchtender Weise den grundsätzlichen Unterschied zwischen den beiden Richtungen der modernen Orthodontie:

Der Bodily movementrichtung oder dem Neoangleismus und der

biologischen Richtung oder dem Mershonismus (Salamon) (21).

Die Bodily movementrichtung erstrebt, wie das Wort sagt, eine Parallelverschiebung des Zahnes im Alveolarfortsatz. Zwar hat sie der alten Angle-Schule die Anwendung edelster Metall-Legierungen und somit die Möglichkeit einer feineren Kräfte-Dosierung voraus, aber nichtsdestoweniger läßt der zwangsjackenartige Angriff der Bodilymovmentapparate mit

besonderer Wirkung der Bogenspannung auf die Wurzelspitze die natürlichen Regulierkräfte, Lippen, Wangen, Zungen und Antagonistendruck nicht zur Geltung kommen. Durch diese Immobilisierung der Zähne besteht nach Ketcham in hohem Maße die Gefahr der Wurzelresorption (35,8 % 29,8 %) (III. und IV. biol. Wirkungsgrad) (26). Zudem ist bei dieser Art der Bewegung das umgebende Gewebe nicht in der Lage, in seinem Umbau der Bewegung des Zahnes zu folgen und es ergibt sich die Notwendigkeit einer längeren Retention, um der Rezidivgefahr vorzubeugen. Aus diesem Grunde kombinieren einige Orthodonten die Odont-Orthopaedie mit einem chirurgischen Eingriff (Beseitigung des Diastemas), um vermittels Durchtrennung des Trajektorium dentale die Spannungsverhältnisse im Knochen aufzuheben. Mag dieser chirurgische Eingriff nun vor (Bichlmayr) (1) oder nach (Skogsborg) (24) ausgeführter Zahnbewegung erfolgen, der Beweis für die Vorzüge dieser Behandlungsmethode auch im Hinblick auf Wurzelspitzenresorptionen steht noch aus.

Die Methode nach Herbst (5) arbeitet mit schnellwirkenden und starken Kräften (Schraube, Gummizug, starke Federn). An der Schulzahnklinik Münster i. W. führte ich an etwa 20 nach dieser Methode orthodontisch behandelten Patienten röntgenologische Untersuchungen durch und fand bei einer Patientin offensichtliche Resorption der mittleren oberen Schneidezähne (Röntgenstatus I). Es handelt sich um ein gesundes, kräftiges Mädchen im Alter von 14 Jahren, das zur Behebung der Stellungsanomalien im Oberkiefer vor drei Jahren 5 ½ Monat lang einen Schraubenapparat trug. Während die Wurzelbildung der oberen Praemolaren noch nicht beendet ist, weisen die Wurzeln der mittleren oberen Schneidezähne eine verschieden weit fortgeschrittene Resorption auf.

Der Unterkiefer der Patientin wurde nicht orthodontisch behandelt. Die Verkürzung der Wurzeln der ersten unteren Molaren ist wohl auf die frühzeitige Nekrotisierung (Amputation) der Zahnpulpa zurückzuführen.

Das Röntgenbild zeigt das Ergebnis eines an den mittleren oberen Schneidezähnen eines 9½ jährigen Knaben durchgeführten redressement forcé. Am mittleren oberen rechten Schneidezahn hatte wahrscheinlich durch Abknickung der Nerven und Gefäße der Zerfall der Pulpa zur Gangrän geführt. Nach langer konservierender Behandlung konnte der Wurzelkanal gefüllt werden. Der linke obere mittlere Schneidezahn weist eine abgerundete verkürzte Wurzel auf (Resorption?).

Röntgen-Status 2—4 sowie auch die übrigen Aufnahmen von orthodontisch behandelten Patienten waren betr. Resorptionen ohne Befund.

Meines Erachtens ist es zwecklos, das Ergebnis der Untersuchungen einer so geringen Anzahl von nur 20 Fällen statistisch auswerten zu wollen, dazu ist eine größere Summe von Patienten erforderlich. (Ketcham fand bei 35 nacheinander untersuchten Patienten keine Resorptionen, an den nächstfol-

genden dagegen in größerer Zahl.) Klinisch konnte ich bei den kleinen Patienten des öfteren zu Anfang der Behandlung Schmerzempfindung, Artikulationsstörungen, Behinderung beim Sprechen und Lockerung der betreffenden Zähne feststellen (III. biolog. Wirkungsgrad) (26). Obwohl diese Methode mit den Grundsätzen der modernen biologischen Richtung nicht zu vereinbaren ist, kann ihr trotzdem manch schöner Erfolg nicht streitig gemacht werden.

Die biologische Richtung sieht in der orthodontischen Zahnbewegung ein „biomechanisches" Problem. Sie beschränkt sich nicht darauf, Zähne und Kiefer rein mechanisch zu verschieben, sondern sie will lediglich durch das künstliche Kraftsystem einen Wachstumsanreiz auf den Zahn und seine Umgebung ausüben, um indirekt eine Normalstellung der Zähne zu erzielen. Sie berücksichtigt bei ihrer Therapie in weitestem Maße die inneren Lebensvorgänge der Gewebe. Aus dem Grunde arbeitet sie mit schwachen, den biologischen Kräften des Wachstums möglichst nahekommenden Kräften, die die günstigste Art der Gewebsreaktion, d. h. regelmäßigen Knochenanbau auf der Zugseite und Knochenabbau auf der Drückseite, zur Folge haben (Lingualapparat von Mershon, Hochlabialbogen von Lourie) (11).

Sie vermeidet absichtlich die starre oder halbstarre Bindung des zu bewegenden Zahnes an den Apparat; Sie bevorzugt feindimensionierte Fingerfederchen (0,4—0,5), die den Zahn nur in einem Punkte berühren und damit die natürliche Eigenbewegung des Zahnes gewährleisten. Bei diesem „feindimensionierten Kräftesystem" und der „freiläufigen Verankerung" des Zahnes an die Maschine finden nach Ketcham am seltensten Resorptionen statt. (2,5 %) (II. biol. Wirkungsgrad.) Entsprechend dem biologischen Effekt hat Schwarz (26) folgende Einteilung der auf den Zahn wirkenden Kräfte getroffen:

1. Biologischer Wirkungsgrad. Die Kraft ist so schwach und so kurz-dauernd, daß sie den Zahn in seiner Alveole nur minimal oder auf nur so kurze Zeit bewegt, daß es zu keiner nennenswerten bleibenden Kompression der Weichgewebe kommt, also auch noch zu keinem resorptiven Abbau.

2. Biologischer Wirkungsgrad. Die Kraft dislociert den Zahn in seiner Alveole durch längere Zeit und führt an gewissen Stellen zu jener mittelstarken Kompression der Weichgewebe, die reaktive Resorptionsvorgänge am Knochen allein zur Folge hat.

3. Biologischer Wirkungsgrad. Die Kraft dislociert den Zahn in seiner Alveole durch längere Zeit und führt zu einer starken Kompression des Weichgewebes, deren Folgen teils heftige, wahllos reaktive Resorptionsvorgänge am Knochen und Zahn, teils aber schon kleinste Nekrosen sind. Man darf annehmen, daß mit ersterem größere Lockerung des

Zahnes, mit letzterem das Auftreten von Schmerzen zusammenhängt. Kleinste zelluläre Nekrosen, dadurch bedingte, engbegrenzte, toxische Reizungsherde und entzündliche Oedeme dürften das anatomische Substrat dieser klinischen Erscheinungen abgeben, deren Rückbildung bei aussetzender Belastung bekanntlich rasch erfolgt.

4. Biologischer Wirkungsgrad. Die den Zahn treffende Kraft bewirkt eine so stark anhaltende Kompression des Weichgewebes, daß dieses keinerlei reaktive Lebensvorgänge mehr äußern kann, sondern in größerem Ausmaße nekrotisch eventuell sogar aufgerieben wird.

ad. II. Es ist sehr wohl verständlich, daß ein stark motorischer Apparat eher Unheil stiften kann als ein schwachmotorischer; aber es ist ebenso sicher, daß eine Beziehung besteht zwischen dem Fingerspitzengefühl des Orthodonten und dem System der Apparatur. Der eine wird mit irgendeinem Apparate gute Erfolge erzielen, während derselbe Apparat in der Hand des anderen zu Mißerfolg führt. Zur Vermeidung der Wurzelspitzenresorption ist von seiten des Arztes eine exakte Diagnose und damit die genaue Festlegung eines bestimmten Behandlungsplanes notwendig. Durch Veränderungen der Apparatur werden die Kräfte in andere Bahnen gelenkt, der oft weit vorgeschrittene Knochenumbau wird unterbrochen, sodaß schließlich der ganze Zahn zumindest im oberen Drittel der Wurzel von Spongiosa umgeben ist. In diesem Falle werden an sich schon als physiologisch zu wertende Kräfte zum Trauma führen. Zur genauen Diagnosestellung gehört die Anfertigung eines Röntgenbildes vor, während und nach jeder Behandlung. Zudem dient diese Maßnahme nicht nur zur Verhütung weiterer Schäden, sondern sie ist auch ein Gebot klugen Selbstschutzes für den behandelnden Arzt.

ad. III. Eine bei dem Patienten zu Beginn der Behandlung äußerte Schmerzempfindung kann allmählich schwinden; es tritt also Gewöhnung an den Schmerz ein. Zudem ist die subjektive Schmerzempfindung sehr verschieden. Der Schmerz des Patienten kann also keineswegs als Indikator für die Dosierung der anzuwendenden Kraft angesehen werden; denn es gibt eine Reihe traumatisch-pathologischer Vorgänge, die ohne jegliche subjektive Beschwerden einher gehen. (Druckatrophie beim Gipsverband). Betreffs der Aetiologie der Wurzelspitzenresorptionen nach orthodontischen Maßnahmen betont Ketcham, daß nicht nur das System der Apparatur verantwortlich zu machen sei; in vielen Fällen bestehe beim Patienten eine Disposition für Resorptionen, die bedingt sei durch den Mangel an Mineralsalzen und Vitaminen. Bei der röntgenologischen Untersuchung nicht orthodontisch behandelter Patienten fand er unter 2012 Fällen 11 oder 1 % Resorptionen. Resorptionserscheinungen an den Zähnen mit vitaler Pulpa ohne nachweisbarer Ursache sind also sehr selten.

Zum Schluß möchte ich diesbezüglich von einem Zufallsbefund aus der Klinik in Münster i. W. berichten.

Röntgenstatus V.

Anamnese: Patientin F. G., 25 Jahre alt, Eltern und Geschwister gesund, Patientin gesund, jedoch zart, früher nie krank gewesen.

Mundbefund: Zunge, Mundschleimhaut, Zahnfleisch, Papillen o. B.

Zahnbefund:

Im Ober- und Unterkiefer sind beiderseits die Sechser extrahiert und die Siebener in die entsprechenden Lücken gewandert. Weisheitszähne sind scheinbar nicht angelegt. 2 l. o. Amalgamfüllung, 1 r. o. präpariert für 1 Inlay, 3 o. r. Rank'sche Halbkrone. Wurzelspitzenresorptionen vorhanden:

im Unterkiefer 4 l. u.

im Oberkiefer 1, 2, 3 ? und 5 l. o.
und 1 r. o.

Betreffs der Aetiologie der Resorptionen versagt die Anamnese vollkommen. Da exorale Schädigungen nicht nachzuweisen sind, kommen wahrscheinlich aetiologisch nur endogene Faktoren in Betracht. Welcher Art diese endogenen Faktoren auch seien, über die Aufstellung gewisser Theorien ist man bisher nicht hinausgekommen.

Jedenfalls steht nach den bisherigen Erfahrungen fest, daß bei orthodontischen Maßnahmen die Gefahr der Wurzelspitzenresorptionen gegeben ist, letztere braucht aber nicht unbedingt durch Verschiebung des Zahnes im Alveolarfortsatz kausal bedingt sein.

Literatur-Verzeichnis.

1. Bichlmayr: Chirurgische Kieferorthopädie und das Verhalten des Knochens und der Wurzelspitzen nach derselben. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift, 34. Jahrgang, Heft 15.
2. Euler-Meyer: Pathohistologie der Zähne. S. F. Bergmann, München 1927.
3. Gottlieb u. Orban: Die Veränderungen der Gewebe bei übermäßiger Beanspruchung der Zähne. Georg Thieme, Leipzig 1931.
4. Heinrich: Die patho-histologischen Veränderungen im Kiefer bei orthodontischen Maßnahmen. Deutsche Zahnheilkunde 1923, Heft 58.
5. Herbst: Zahnärztliche Orthopädie. Lehmann, München 1922.
6. Herbst: Fehlgriffe in der Orthodontie. Fortschritte der Zahnheilkunde, Misch 1928, Band 4.
7. Herbst: Ueber Schnellregulierungen und Resorptionen. Zahnärztliche Rundschau 1928, Heft 6.
8. Herbst: Erfahrungen mit dem Lingualbogen. Zahnärztliche Rundschau 1931, Heft 31.
9. Ketcham: A preliminary report of an investigation of apical root resorption of permanent teeth. The int. Journal of Orth. 1927, Nr. 2.
10. Ketcham: A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. The int. Journal of Orth. 1929, Nr. 4.
11. Korkhaus: Orthodontische Therapie. Meusser, Berlin 1928.
12. Korkhaus: Die Gefahren der orthodontischen Schnellbehandlung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1927, Nr. 23.
13. Landsberger: Zur Resorption der Zahnwurzeln bei orthodontischen Maßnahmen. Correspondenzblatt für Zahnärzte 1928, Heft 6.
14. Münch: Resorptionen der Hartsubstanzen. Misch, Fortschritte der Zahnheilkunde 1927, Band III.
15. Münch: Ueber einen eigenartigen Erfolg einer orthodontischen Behandlung. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1927, Nr. 16.
16. Oppenheim: Die Veränderungen der Gewebe, insbesondere des Knochens bei der Verschiebung der Zähne. Verhandl. d. europ. Gesellschaft f. Orth, 1911, Heft 8,

17. Oppenheim: Ueber Wurzelresorptionen bei orthodontischen Maßnahmen. Zeitschrift für Stomatologie 1929, Heft 7.
18. Oppler: Aus dem Lager der Orthodonten. Zahnärztliche Rundschau 1930, Nr. 20.
19. Ottolengui: Diskussionsbemerkungen. The int. Journal of Orth. 1927, Nr. 2.
20. Salamon: Wann sind orthodontische Bewegungen „biologisch" zu nennen? Zahnärztliche Rundschau 1929, Heft 52.
21. Salamon: Orthodontisch-therapeutische Naturgesetze. Zahnärztliche Rundschau 1930, Heft 25.
22. Schwarz: Ueber die leitenden Ideen der modernen orthodontischen Therapie. Zeitschrift für Stomatologie 1930, Heft 7.
23. Schwarz: Die Gewebsveränderungen bei orthodontischen Maßnahmen. Fortschritte der Orthodontik 1931, Heft 3.
24. Schwarz: Ein Beitrag zur Frage des Rezidivs nach orthodontischen Maßnahmen. Zeitschrift für zahnärztliche Orthopädie 1932, Heft 1.
25. Siegmund-Weber: Die pathologische Histologie der Mundhöhle. Hirzel, Leipzig 1928.
26. Tryfus: Orthodontische Therapie. Fortschritte der Zahnheilkunde 1930 Band VI, 1931 Band VII.
27. Walkhoff: Beiträge zur Theorie und Praxis der orthodontischen Maßnahmen. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. 1927, Heft 69.

Lebenslauf.

Am 8. Januar 1906 wurde ich, Martha Storkebaum, Tochter des Lehrers Gustav Storkebaum in Settel, bei Lengerich i. Westf., geboren. Nach fünfjährigem Besuch der Elementarschule kam ich vorübergehend auf die Höhere Töchterschule nach Lengerich i. W. und dann auf das städtische Oberlyzeum nach Hamm, wo ich am 26. Februar 1927 das Zeugnis der Reife erhielt. Alsdann studierte ich an der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster i. W. Zahnheilkunde, bestand am 6. November 1928 die zahnärztliche Vorprüfung und am 22. Dezember 1930 das zahnärztliche Staatsexamen. Seit dem 1. Januar 1931 bin ich als apl. Assistentin an der Universitäts-Schulzahnklinik tätig.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Müller, Direktor des Zahnärztlichen Instituts der Universität Münster i. W., für die Ueberlassung dieses Themas und manche wertvolle Anregung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.